

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-163356

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 1 L 29/786

21/336

G 0 2 F 1/136

H 0 1 L 21/20

21/268

5 0 0

F I

H 0 1 L 29/78

G 0 2 F 1/136

H 0 1 L 21/20

21/268

29/78

6 2 7 B

5 0 0

G

6 1 8 G

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-327381

(22) 出願日 平成9年(1997)11月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 折付 良二

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(72) 発明者 三角 明

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(72) 発明者 江澤 正義

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所電子デバイス事業部内

(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

最終頁に続く

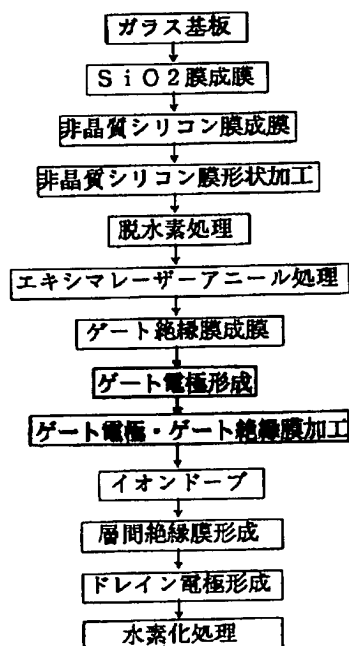
(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 動作中に不安定になるしきい値電圧のシフトやオン電流の低下といった不都合の解消。

【解決手段】 多結晶シリコン層、ゲート絶縁膜、ゲート電極およびドレイン電極を備え、前記多結晶シリコン層は非晶質シリコン層にレーザ光を照射することによって多結晶化された薄膜トランジスタにおいて、前記多結晶シリコン層とゲート絶縁膜との界面における炭素、硫黄、窒素、酸素、カルシウムのそれぞれの濃度が  $1 \times 10^{12} \text{ atoms/cm}^2$  以下となっている。

図 1



真空中処理

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多結晶シリコン層、ゲート絶縁膜、ゲート電極およびドレイン電極を備え、前記多結晶シリコン層は非晶質シリコン層にレーザ光を照射することによって多結晶化された薄膜トランジスタにおいて、前記多結晶シリコン層とゲート絶縁膜との界面における炭素、硫黄、窒素、酸素、カルシウムのそれぞれの濃度が $1 \times 10^{12}$  atoms/cm<sup>2</sup>以下となっていることを特徴とする薄膜トランジスタ。

【請求項2】 絶縁基板上に形成する薄膜トランジスタにおいて、シリコン層を形成する工程と、該シリコン層を所定のパターンに加工する工程と、残存されたシリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する工程と、ゲート絶縁膜を形成する工程とを備え、前記絶縁基板は上記各工程および上記各工程間にわたって真空中で処理されることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項3】 絶縁基板上に形成する薄膜トランジスタにおいて、シリコン層を形成する工程と、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する工程と、該シリコン層を所定のパターンに加工する工程と、ゲート絶縁膜を形成する工程とを備え、前記絶縁基板は上記各工程および上記各工程間にわたって真空中で処理されることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項4】 絶縁基板上にシリコン層を形成する前工程として、該絶縁基板上に絶縁性薄膜を形成する工程を含み、この絶縁性薄膜を形成する工程および次のシリコン層を形成する工程に至る間にわたって真空中で処理されることを特徴とする請求項2あるいは3記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項5】 シリコン層を所定のパターンに加工する工程は、レーザアブレーション法によってなされることを特徴とする請求項2あるいは3記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項6】 絶縁基板上にシリコン層を形成する室と、該シリコン層を所定のパターンに加工する室と、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する室と、ゲート絶縁膜を形成する室とが、それぞれ基板搬送室を介して順次並設され、かつ、これら各室と基板搬送室は減圧できるように構成されていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

【請求項7】 絶縁基板上にシリコン層を形成する室と、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する室と、該シリコン層を所定のパターンに加工する室と、ゲート絶縁膜を形成する室とが、それぞれ基板搬送室を介して順次並設され、かつ、これら各室と基板搬送室は減圧できるように構成されていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

【請求項8】 絶縁基板上に形成する薄膜トランジスタにおいて、ゲート絶縁膜を形成する工程と、シリコン層を形成する工程と、該シリコン層を所定のパターンに加工する工程と、残存されたシリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する工程と、ソースおよびドレイン電極を形成する工程とを備え、前記絶縁基板は上記各工程および上記各工程間にわたって真空中で処理されることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

10 【請求項9】 絶縁基板上に形成する薄膜トランジスタにおいて、ゲート絶縁膜を形成する工程と、シリコン層を形成する工程と、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する工程と、該シリコン層を所定のパターンに加工する工程と、ソースおよびドレイン電極を形成する工程とを備え、前記絶縁基板は上記各工程および上記各工程間にわたって真空中で処理されることを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

20 【請求項10】 絶縁基板上にゲート絶縁膜を形成する室と、シリコン層を形成する室と、該シリコン層を所定のパターンに加工する室と、残存されたシリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する室と、ソースおよびドレイン電極を形成する室とが、それぞれ基板搬送室を介して順次並設され、かつ、これら各室と基板搬送室は減圧できるように構成されていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

30 【請求項11】 絶縁基板上にゲート絶縁膜を形成する室と、シリコン層を形成する室と、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する室と、該シリコン層を所定のパターンに加工する室とが、それぞれ基板搬送室を介して順次並設され、かつ、これら各室と基板搬送室は減圧できるように構成されていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

【請求項12】 シリコン層を所定のパターンに加工する工程は、レーザアブレーション法によってなされることを特徴とする請求項8あるいは9記載の薄膜トランジスタの製造方法。

40 【請求項13】 シリコン層を所定のパターンに加工する工程と、シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する工程を、それぞれ同一のレーザ光源で行うことを特徴とする請求項2、3、8、9のうちいずれか記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項14】 絶縁基板上にシリコン層を形成する室と、該シリコン層を所定のパターンに加工し、かつ、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する室と、ゲート絶縁膜を形成する室とが、それぞれ基板搬送室を介して順次並設され、かつ、これら各室と基板搬送室は減圧できるように構成されていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

50 【請求項15】 絶縁基板上にゲート絶縁膜を形成する室

## 3

と、シリコン層を形成する室と、該シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化し、かつ、該シリコン層を所定のパターンに加工する室とが、それぞれ基板搬送室を介して順次並設され、かつ、これら各室と基板搬送室は減圧できるように構成されていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

【請求項16】 シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する工程を具備する薄膜トランジスタの製造方法において、該レーザ光の照射は酸素雰囲気中あるいはオゾン雰囲気中で行うことを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項17】 シリコン層にレーザ光を照射することによって結晶成長あるいは結晶化する室に酸素ガスあるいはオゾンガスを供給する手段が備えられていることを特徴とする薄膜トランジスタの製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は絶縁基板上に良質な界面特性を有する薄膜トランジスタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、絶縁基板上に多結晶質のシリコンを主材料とする薄膜トランジスタを形成する場合、安価なガラス基板の使用を可能とする必要があり、Solid State Technol.'97 May P151にあるように、プロセスの最高温度を450℃以下に抑えることが主要課題であった。

【0003】 このため、ガラス基板上に非晶質シリコン膜を形成した後、エキシマレーザ光を照射して非晶質シリコン膜のみ選択加熱して結晶させ、あるいは結晶成長させて多結晶シリコン膜を得る、いわゆる、エキシマレーザアニール法が開発されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来技術では界面汚染の問題がある。

【0005】 たとえば、トップゲート型の多結晶シリコン薄膜トランジスタにあっては、絶縁基板上に非晶質シリコン膜を被着形成後、非晶質シリコン膜を通常のフォトリソグラフィ技術により島状に形状加工した後、エキシマレーザ光を照射し多結晶化させたのち、ゲート絶縁膜を被着形成するが、この間、基板はクリーンルーム雰囲気や工程材料に曝されているので、多結晶シリコン膜とゲート絶縁膜の間の界面が汚染される問題がある。

【0006】 HEPAフィルタ中のボロン(B)によって界面が汚染されたときの影響は既に報告されており(IDW'96 P25)、薄膜トランジスタの動作が不安定となり、トランジスタのしきい値電圧が動作中にシフトする不具合となる。

【0007】 さらに、多結晶シリコン薄膜トランジスタには、ホットエレクトロンによる界面状態の劣化の問題があり、IDW'96 P93で議論されているよう

## 4

に、動作中のオン電流の低下やしきい値電圧の変動を招くが、界面汚染が一因になっているといえる。

【0008】 あるいはボトムゲート型の多結晶シリコン薄膜トランジスタにあっては、ゲート絶縁膜と非晶質シリコン膜を真空中で連続形成した後、非晶質シリコン膜を通常のフォトリソグラフィ技術により島状に形状加工した後、エキシマレーザ光を照射し多結晶化させるが、次工程がコンタクト電極を形成工程の場合にあっては、多結晶シリコン膜とコンタクト電極の間のコンタクト不良による易動度低下の問題があり、次工程がチャンネル保護膜の形成工程の場合にあっては、バックチャンネルの不安定によるトランジスタ特性が変化する不具合があった。

【0009】 本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的とするところのものは、特性の安定化された薄膜トランジスタを得ることにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明のレーザアニールによる薄膜トランジスタ作成方法は、多結晶シリコン膜の界面形成に係るものであって、ゲート絶縁膜との界面、あるいはコンタクト電極膜との界面、あるいはバックチャンネル保護膜との間の界面を形成する前後の工程を、基板を大気に曝すことなく処理するものである。

【0011】 基板を大気に曝すことのないプロセスであり、レジスト等の工程材料や水蒸気や人体起因の粉塵が界面に残留しないものであり、炭素(C)、硫黄(S)、窒素(N)、酸素(O)、カルシウム(Ca)の界面濃度を低減したものである。

【0012】 すなわち、絶縁基板上のシリコン膜をエキシマレーザ光にて結晶化あるいは結晶成長させた多結晶シリコン膜上にゲート絶縁膜を形成する、トップゲート型の薄膜トランジスタ構造にあっては、絶縁基板上にシリコン膜を被着形成する工程と、シリコン膜を所定の形状に加工する工程と、シリコン膜をレーザで結晶化または結晶成長させる工程と、これに続くゲート絶縁膜を形成する工程を、基板を大気中に取り出すことなく、連続処理することを特徴とする。

【0013】 また、シリコン膜を所定の形状に加工する工程が、通常のフォトリソグラフィ法によらず、レーザアブレーション法や集束イオンビーム法といった直接描画する方法で処理することを特徴とする。

【0014】 また、ゲート絶縁膜上のシリコン膜をエキシマレーザ光にて結晶化あるいは結晶成長させた多結晶シリコン膜上に、コンタクト電極またはチャンネル保護膜を形成するボトムゲート型の薄膜トランジスタ構造にあっては、ゲート絶縁膜上にシリコン膜を被着形成する工程と、シリコン膜を所定の形状に加工する工程と、シリコン膜をレーザで結晶化または結晶成長させる工程と、これに続くコンタクト電極膜またはチャンネル保護膜を形成する工程を、基板を大気中に取り出すことな

10

20

30

40

50

く、真空中で連続処理することを特徴とする。

【0015】また、絶縁基板上にシリコン膜を被着形成したのち、基板を大気中に取り出し、シリコン膜を通常のホトリソグラフィ技術により所定の形状に加工したのち、酸素雰囲気中またはオゾン雰囲気中にて、シリコン膜をレーザで結晶化または結晶成長させることにより、多結晶シリコン膜の表面に形成される酸化膜と多結晶シリコン膜の界面を、ゲート絶縁膜と多結晶シリコン膜の界面とするトランジスタ構造を特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】図1、図2、図3に従って、本発明のレーザアニール多結晶シリコン薄膜トランジスタを説明する。

【0017】図1はプロセスフローであり、図2は図1のプロセスフローにより作成されるトップゲート型多結晶シリコン薄膜トランジスタの要部断面図である。

【0018】まず、ガラス基板1上にCVD法にてSiO<sub>2</sub>膜を100nmの厚さで被着形成し、不純物拡散防止のためのバッファ層2とする。

【0019】ついで、プラズマCVD法にて基板温度350℃で非晶質シリコン膜3を60nmの厚さで成膜する。このとき成膜条件によってはシリコン膜が完全な非晶質ではなく、微結晶化した状態となるが、非晶質シリコンと何ら変わるところはない。

【0020】ついで、真空を破らずに基板を搬送し、波長248nmのKrFエキシマレーザ光にて不要部の非晶質シリコン膜を除去する。これはレーザアブレーション法として周知の技法である。このとき、シリコン膜の成膜とレーザアブレーション加工は、真空を破らない連続加工である。

【0021】ついで、真空を破らずに、波長308nmのXeClエキシマレーザを50nsのパルス光とし、非晶質シリコン膜に照射する。このときの照射は2回に分けて行い、最初に200mJ/cm<sup>2</sup>のエネルギーで非晶質シリコン膜に約10%含まれる水素を脱ガスし3%以下とし、2回目の照射では、300mJ/cm<sup>2</sup>のエネルギーでシリコン膜を結晶化もしくは結晶成長させて、粒径250nmの多結晶シリコン膜を得る。ここで、非晶質シリコン膜の成膜をプラズマCVD法ではなく、LP-CVD法で作成した場合、非晶質シリコン膜中にほとんど水素が含有されないが、この場合、脱水素処理が必要になるだけであり、何ら変わることはない。

【0022】ついで、真空を破らずに基板を搬送し、プラズマCVD法にて基板温度300℃でSiO<sub>2</sub>膜を150nm形成しゲート絶縁膜5とする。すなわち、ゲート絶縁膜5はシリコン膜3の表面を大気に曝すことなく成膜される。

【0023】ついで、アルミニウム(Al)を200nm成膜することになるが、これ以降は基板を大気に曝すことになる。

【0024】アルミニウム(Al)の成膜後、通常のホトリソグラフィ技術により、アルミニウム(Al)とゲート絶縁膜を同一マスクでパターニングする。このとき、アルミニウム(Al)はゲート電極6になる。

【0025】また、同時に同一マスクにより、シリコン膜3にホスフィン(PH<sub>3</sub>)を原材料とするイオン打ち込みにより、n型の多結晶シリコン4をコンタクトのために設ける。

【0026】ついで、プラズマCVD法により、300nmの窒化シリコン膜(SiN)を設け層間絶縁膜7とし、アルミニウム(Al)膜によって厚さ300nmのドレイン電極8を形成し、水素ガス中でプラズマ処理して素子を安定させ、多結晶シリコン膜の薄膜トランジスタが完成する。

【0027】図3は、上記プロセス中、非晶質シリコン膜の形成からゲート絶縁膜の形成までのプロセスを、基板を大気に曝すことなく処理するための一貫処理設備の概略図である。

【0028】この設備は、ロードロック室9の真空ロボット11が基板13を大気から設備内に取り込み、途中の真空搬送室12の真空ロボット11を経て、最終的にはアンロード室10から排出される。その途中のプロセス室には、まず非晶質シリコン膜を成膜するプラズマCVD室14がある。

【0029】高周波電源19より高周波電極18に高周波電力を供給し、プラズマを起こし、ガラス基板13上に非晶質シリコン膜を形成するものである。

【0030】基板13は、真空搬送室12の真空ロボット11により、エキシマレーザ加工室15に移される。KrFエキシマレーザ光源20により、非晶質シリコン膜3を加工する。

【0031】ついで、真空搬送室12の真空ロボット11により、基板13をエキシマレーザアニール室16に移載し、XeClエキシマレーザで非晶質シリコン膜の脱水素処理と結晶化処理により、多結晶シリコン膜に変換する。

【0032】ついで、真空搬送室12の真空ロボット11により、基板13をプラズマCVD室17に移載し、先程と同様に、高周波電源19により高周波電極18に高周波電力を供給し、プラズマを起こし、ガラス基板13上に成膜するが、ここではゲート絶縁膜5となる窒化シリコン膜である。

【0033】基板13は、アンロード室10から大気中に搬出される。

【0034】以上述べたプロセスおよび装置では、シリコン膜成膜後からその上の窒化シリコン膜成膜までの間、基板を大気に曝すことなく、また、通常のホトリソグラフィ工程に曝すこともないため、炭素(C)、硫黄(S)、窒素(N)、酸素(O)、カルシウム(Ca)

のそれぞれの界面温度を $1 \times 10^{12}$ atoms/cm<sup>2</sup>以下に抑

えることができる。

【0035】なお、ガラス基板1上にCVD法にてSiO<sub>2</sub>膜を100nmの厚さで被着形成し、不純物拡散防止のためのバッファ層2とすると説明したが、このバッファ層2が無いトランジスタ構造にあっても、多結晶シリコン膜とゲート絶縁膜の界面を清浄化できることはいうまでもない。

【0036】また、バッファ層2の絶縁膜の成膜とシリコン膜3の成膜を、真空を破らずに連続して処理すれば、バッファ層2と多結晶シリコン膜の間の界面が清浄化され、トランジスタ特性がさらに安定する。このプロセスフローを図4に示す。

【0037】設備としては、図3のプラズマCVD室でSiO<sub>2</sub>膜と非晶質シリコン膜を連続成膜するか、SiO<sub>2</sub>膜用のプラズマCVD室を増設する必要がある。

【0038】なお、非晶質シリコン膜のレーザアブレーションによる加工と、レーザアニールによる結晶化処理は順番が逆でもよい。図5に図1とは異なる工程フローを示す。設備的には、図3の設備でエキシマレーザ加工室15とエキシマレーザアニール室16を入れ替えるだけで実現でき、これを図6に示す。

【0039】また、シリコン膜の形状を加工する工程とシリコン膜を結晶化させる工程を、同一のレーザ光源で行ってもよい。図7に一例を示す。

【0040】KrFエキシマレーザ光源21から出たレーザ光をマスク22を通し、石英レンズ23で基板13上に結像させる。

【0041】ここで、レーザアブレーションによる非晶質シリコン膜の除去と、レーザアニールによる非晶質シリコン膜の結晶化では、レーザ光のエネルギーが数倍から数十倍異なるので、マスク22の透過率の高い背景25に、透過率が1/50小なるパターン24を描いておく、パターン24が基板に投影されると、ここではレーザ光のエネルギーが小さく、250mJ/cm<sup>2</sup>程度に調整するので、非晶質シリコンは結晶化して多結晶シリコン3となる。透過率の高い背景部分25を通過したレーザ光は非晶質シリコン膜をアブレーションして、シリコンの島パターン3を得る。

【0042】また、図8は図2と異なるシリコン膜の形成加工方法の実施例である。

【0043】ここでは、シリコン膜をイオンビーム法によって形成しているが、イオンビームを集束しているので、成膜と加工を同時に行いえる。このため、レーザによる加工処理を省略できる。

【0044】イオン源27から出たシリコンのイオンは結像系28によって集束され、基板上にシリコンの島状パターンを描画するものである。

【0045】つぎに、図9にボトムゲート型多結晶シリコン薄膜トランジスタに適用したプロセスフローの実施例を示す。また、図10に薄膜トランジスタの要部断面

図を示す。

【0046】まず、ガラス基板1上にクロム膜200nmを成膜し、通常のホテルソグラフィ法によりゲート電極6を形成する。

【0047】次に、プラズマCVD法にて基板温度350℃でSiO<sub>2</sub>膜5を200nmの厚さで、非晶質シリコン膜3を150nmの厚さで、またN型のシリコン膜4を10nmの厚さで連続成膜する。

【0048】ついで、真空を破らずに基板を搬送し、波長248nmのKrFエキシマレーザ光にて不要部の非晶質シリコン膜を除去する。

【0049】ついで、真空を破らずに、波長308nmのXeClエキシマレーザを50nsのパルス光とし、非晶質シリコン膜に照射し、シリコン膜を多結晶化する。

【0050】ついで、真空を破らずに基板を搬送し、アルミニウム(A1)を200nm成膜する。これ以降は基板を大気に曝すことになる。

【0051】アルミニウム(A1)の成膜後、通常のホテルソグラフィ技術により、アルミニウム(A1)とN型のシリコン膜4を同一マスクでパターンニングする。このときアルミニウム(A1)はドレイン電極8になる。

【0052】ついで、プラズマCVD法により、300nmの窒化シリコン膜(SiN)を設け、最終保護膜29となり、多結晶シリコン薄膜トランジスタが完成する。

【0053】以上述べたプロセスおよび装置では、シリコン膜成膜後からその上のコンタクト金属の成膜までの間、基板を大気に曝すこともなく、また、通常のホテルソグラフィ工程に曝すこともないため、コンタクト特性が優れた、オン特性が良好なトランジスタが得られる。

【0054】つぎに、図11および図12は、図9および図10と異なる構造ボトムゲート型多結晶シリコン薄膜トランジスタの実施例であり、それぞれ、プロセスフローと薄膜トランジスタの要部断面図を示す。

【0055】まず、ガラス基板1上にクロム膜200nmを成膜し、通常のホテルソグラフィ法によりゲート電極6を形成する。

【0056】次に、プラズマCVD法にて基板温度350℃でSiO<sub>2</sub>膜5を200nmの厚さで、非晶質シリコン膜3を60nmの厚さで連続成膜する。

【0057】ついで、真空を破らずに、波長308nmのXeClエキシマレーザを50nmのパルス光とし、非晶質シリコン膜に照射し、シリコン膜を多結晶化する。

【0058】ついで、真空を破らずに基板を搬送し、プラズマCVD法により、50nmの窒化シリコン膜(SiN)をチャネル保護膜として成膜する。これ以降は基板を大気に曝すことになる。

【0059】まず、通常のホテルソグラフィ法により、

窒化シリコン膜(SiN)を加工し、チャンネル保護膜30とする。同時にイオン打ち込みにより、多結晶シリコンの一部をN型にして、コンタクト4にする。ついで、アルミニウム(Al)を200nm成膜し、通常のホテルソグラフィ技術により、ドレイン電極8を設け、多結晶シリコン薄膜トランジスタが完成する。

【0060】以上述べたプロセスおよび装置では、シリコン膜の成膜からその上に形成するチャンネル保護膜の成膜までの間、基板を大気に曝すこともなく、また、通常のホテルソグラフィ工程に曝すこともないため、シリコン膜とチャンネル保護膜の間の界面が清浄であり、炭素、硫黄、窒素、酸素、カルシウムの各々の界面濃度を $1 \times 10^{12}$ atoms/cm<sup>2</sup>以下に抑えることができ、オフ電流が低く、かつ安定したトランジスタ特性を得ることができる。

【0061】さて、これまでの実施例はすべて多結晶シリコンの界面を大気に曝さないで清浄化を図るものであったが、図13、図14、図15を使って、これとは異なる実施例を説明する。

【0062】まず、ガラス基板1上にSiO<sub>2</sub>膜を100nmの厚さで被着形成し、不純物拡散防止のためのパツファ層2とする。

【0063】ついで、プラズマCVD法にて基板温度350℃で非晶質シリコン膜3を60nmの厚さで形成する。図1の実施例と異なり、ここで基板を大気中に取り出す。

【0064】ついで、シリコン膜を加工するが、波長248nmのKrFエキシマレーザ光によるレーザアブレーション法でもよいし、通常のホテルソグラフィ法でもよい。

【0065】ついで、基板をオゾン雰囲気中で波長248nmのKrFエキシマレーザ光または波長308nmのXeClエキシマレーザにより、シリコン膜3からの水素の脱ガスとシリコン膜を結晶化して、多結晶シリコン膜を得る。

【0066】オゾン雰囲気は、図15の装置構成図に示すように、酸素ボンベ34から毎分100ccの酸素ガスを得て、これを高周波放電装置33でオゾンガスに変換する。このオゾンガス発生装置32により20%程度のオゾンガスが得られる。

【0067】多結晶シリコンの表面は工程途中で汚染されており、炭素(C)や硫黄(S)といった不純物が吸着しているが、オゾンとレーザ光のエネルギーによって燃焼して除去される。同時に多結晶シリコン膜の表面は、約5~10nmの強固な強制酸化膜31に変化する。すなわち、多結晶シリコン膜の界面はもとの多結晶シリコン膜の内部に形成されることになる。

【0068】また、この強制酸化膜31は、オゾン雰囲気中で形成されたものであり、通常の大気雰囲気中で形成される中途半端な自然酸化膜に比べて、構造的に強固であ

り安定している。従って、オゾン雰囲気中で形成した界面は、大気雰囲気中で形成される界面より安定したものになる。

【0069】なお、オゾン雰囲気ではなく酸素雰囲気であっても、酸素の一部がレーザ光のエネルギーによってオゾンが生成されるので、同様の効果がもたらされる。

【0070】また、シリコン膜の表面をオゾン酸化する替わりに、酸素プラズマによっても同様の効果が得られる。

10 【0071】さて、多結晶シリコン膜の界面が既に形成されているので、次工程のゲート絶縁膜5への搬送は大気搬送であっても、何ら差し支えはない。ゲート絶縁膜5の形成工程以降のプロセスは、図1の場合と同一なのでここでは省略するが、多結晶シリコン膜の界面は清浄であり、図1のプロセスと同様の効果が得られる。

【0072】

【発明の効果】以上、本発明による薄膜トランジスタによれば、多結晶シリコン膜の界面を清浄にできるので、その動作中に不安定になるしきい値電圧のシフトやオン電流の低下といった不都合を解消できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】トップゲート型薄膜トランジスタの連続加工の一実施例を示すフロー図である。

【図2】トップゲート型薄膜トランジスタの一実施例を示す要部断面図である。

【図3】シリコン膜の成膜加工一貫設備の一実施例を示す構成図である。

【図4】トップゲート型薄膜トランジスタの連続加工の他の実施例を示すフロー図である。

30 【図5】トップゲート型薄膜トランジスタの連続加工の他の実施例を示すフロー図である。

【図6】シリコン膜の成膜加工一貫設備の他の実施例を示す構成図である。

【図7】エキシマレーザ加工とアニール加工を同時に処理を行う説明図である。

【図8】集束イオンビームによるシリコン膜形成を示す説明図である。

【図9】ボトムゲート型薄膜トランジスタの連続加工の一実施例を示すフロー図である。

40 【図10】ボトムゲート型薄膜トランジスタの一実施例を示す要部断面図である。

【図11】ボトムゲート型薄膜トランジスタの連続加工の他の実施例を示すフロー図である。

【図12】ボトムゲート型薄膜トランジスタの他の実施例を示す要部断面図である。

【図13】シリコン界面をオゾン酸化した薄膜トランジスタの製造方法の一実施例を示すフロー図である。

【図14】シリコン界面をオゾン酸化した薄膜トランジスタの一実施例を示す要部断面図である。

50 【図15】シリコンの結晶化と界面形成とを行う装置の

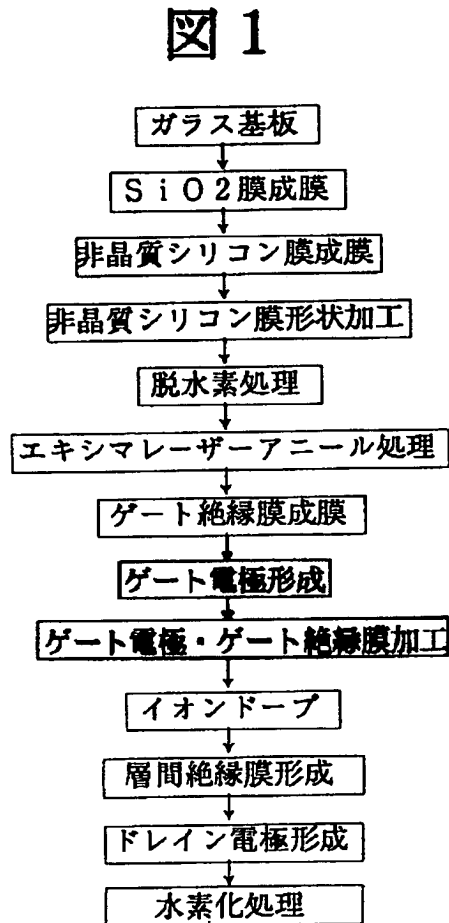
一実施例を示す構成図である。

【符号の説明】

1……ガラス基板、2……アンダーコート膜、3……多結晶シリコン膜、4……コンタクト用シリコン膜、5……ゲート絶縁膜、6……ゲート電極、7……層間絶縁膜、8……ドレイン電極、9……ローダ室、10……アンローダ室、11……真空用搬送ロボット、12……基板搬送室、13……基板、14……プラズマCVD室、15……エキシマレーザ加工室、16……エキシマレーザアニール室、17……プラズマCVD室、18……高

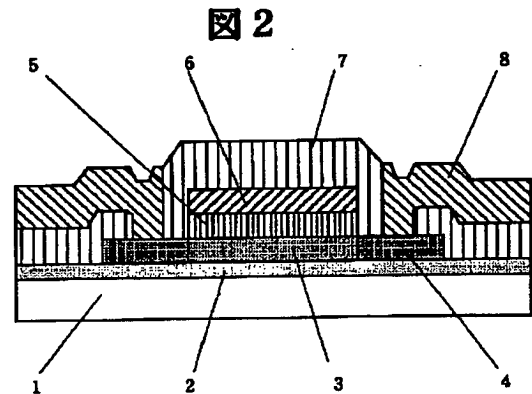
周波電極、19……高周波電源、20……KrFエキシマレーザ光源、21……XeClエキシマレーザ光源、22……レーザ加工用マスク、23……レーザ結像レンズ、24……レーザ用マスクの描画パターン、25……レーザ用マスクの透過部分、26……レーザ光の光路、27……イオンビーム源、28……イオンビーム結像レンズ、29……最終保護膜、30……チャンネル保護膜、31……多結晶シリコンの強制酸化膜、32……オゾン発生装置、33……高周波放電装置、34……酸素ポンペ。

【図1】

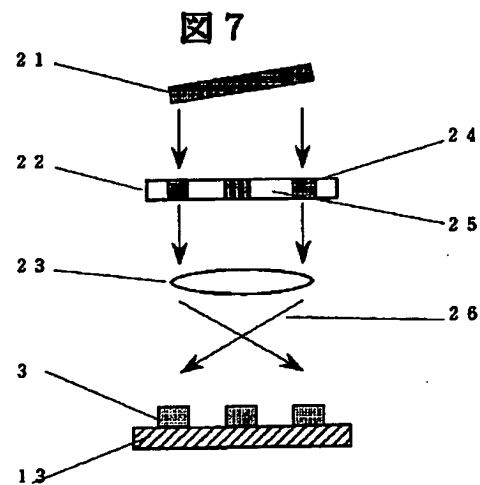


真空中処理

【図2】

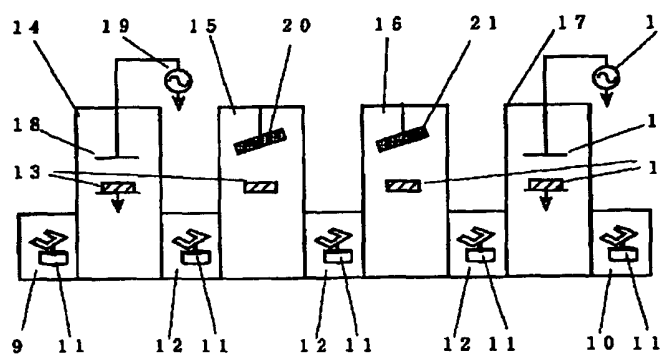


【図7】



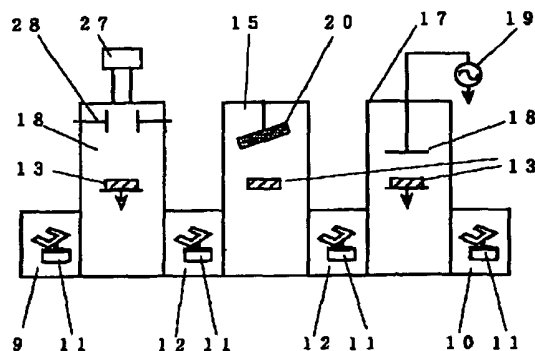
【図3】

図3



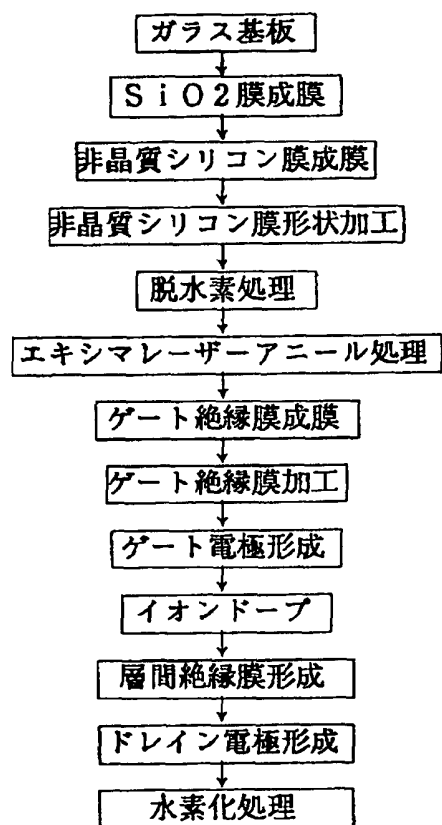
【図8】

図8



【図4】

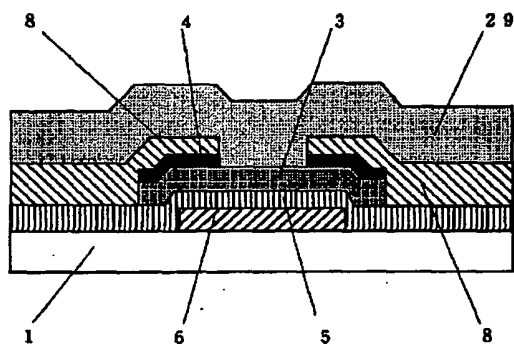
図4



真空中処理

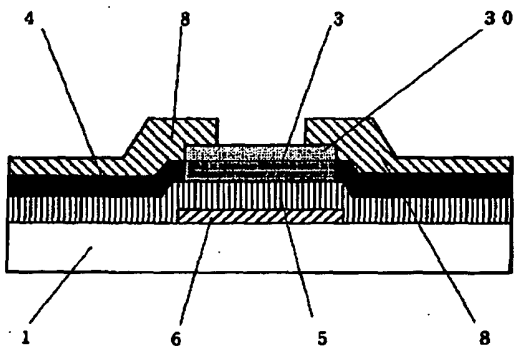
【図10】

図10



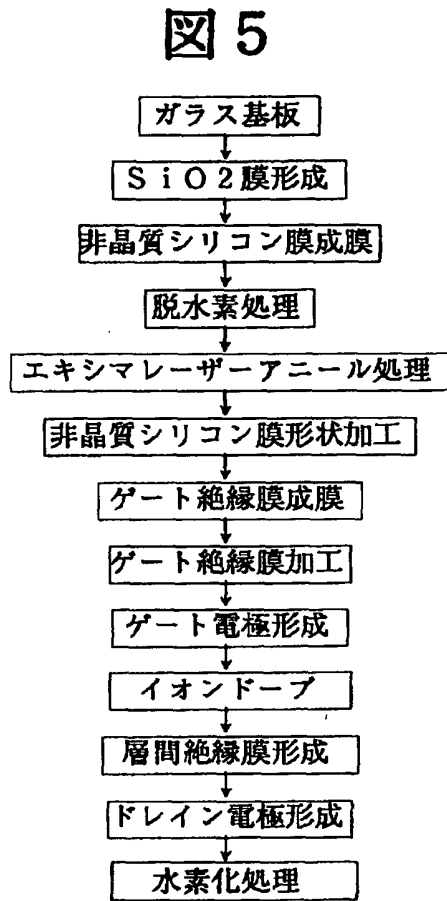
【図12】

図12



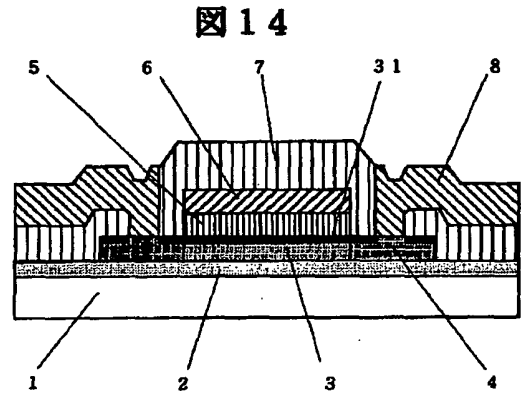


【図5】

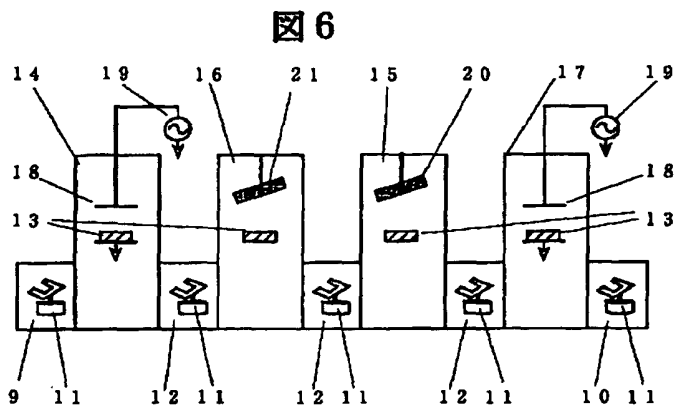


真空中処理

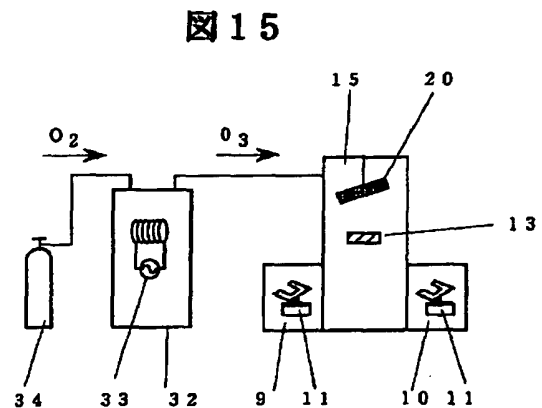
【図14】



【図6】

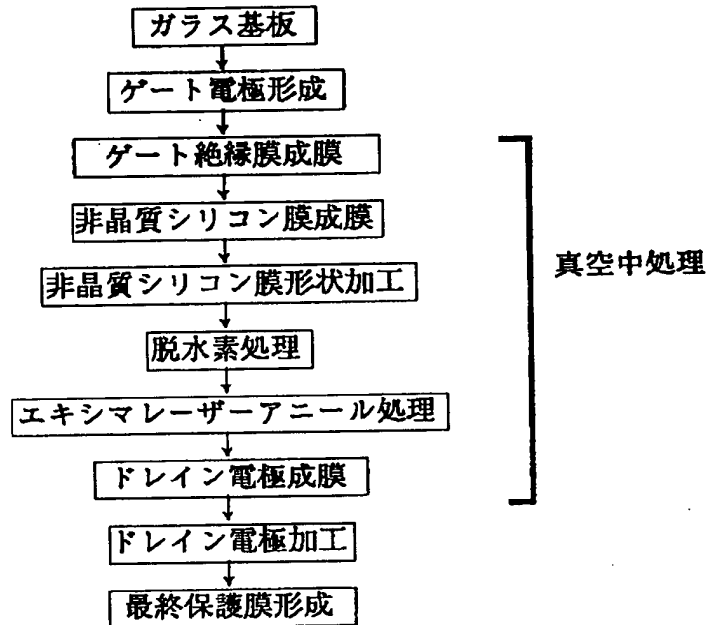


【図15】



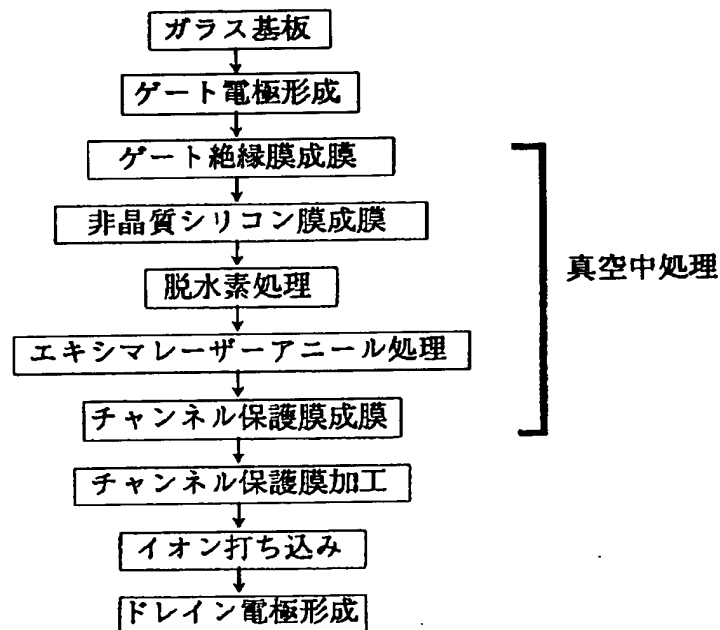
【図 9】

## 図 9



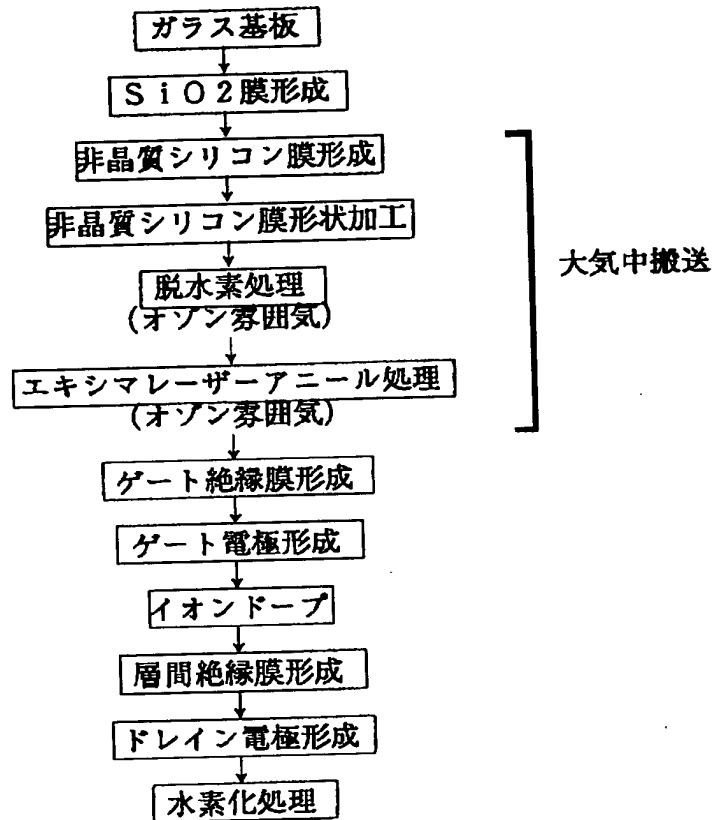
【図 1 1】

## 図 1 1



【図13】

## 図 1 3



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

F I

H 0 1 L 29/78

6 2 7 G

6 2 7 C

(72) 発明者 橋本 謙

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72) 発明者 嶋瀬 朗

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内